

наносить покрытие на воздухе при нормальном давлении, любых значениях температуры и влажности. Тепловое воздействие на основу минимально; поток напыляемых частиц - узконаправленный с поперечным сечением 2-5 мм, что позволяет наносить покрытия на локальные участки поверхности изделий из любых металлов, керамики, стекла, полимеров.

Прочность адгезии составляет 80-120 МПа; толщина покрытия обеспечивается режимом нанесения и может быть любой (от 2-4 мкм до 2 и более мм); однородное покрытие имеет низкую пористость (0,05 - 0,3%); шероховатость его поверхности составляет $Rz = 20-40$, обеспечивая высокую прочность закрепления других дополнительно наносимых покрытий.

При последующей химической или химико-термической обработке возможно формирование многокомпонентных многослойных покрытий с градиентным распределением достигнутых или новых свойств.

Газодинамические тонкие (2-10 мкм) высокоплотные подслои на основе алюминия и его сплавов - первый шаг перед ионно-плазменной обработкой в соответствующей среде с целью формирования многокомпонентных многослойных керамических покрытий типа Al_2O_3 , AlN, AlTiN, Al_4C_3 , Al_2TiO_5 , SiAlN.

УДК 620.179 + 621.793

Обоснование составов подслоев керамических покрытий, полученных ионно-плазменной обработкой

Ваганов В.В.

Научно-технологический парк БНТУ «Политехник»

Многокомпонентные и многослойные керамические покрытия типа Al_2O_3 , AlN, AlTiN, Al_4C_3 , Al_2TiO_5 , SiAlN имеют неограниченные перспективы для использования: в горнодобывающей, нефтяной и машиностроительной промышленности на инструментах (из быстрорежущих сталей, твердосплавных и керамических), клапанах, эксцентриках, втулках и т.д.; в деталях металлургического оборудования (в связи с низкой смачиваемостью расплавленными металлами и высокой термостойкостью); в медицине и пищевой промышленности (обладают высочайшей коррозионной стойкостью и биоинертностью); в энергетике и микроэлектронике (AlN имеет уникальное сочетание крайне высокой теплопроводности и отличных изоляционных свойств, низкий коэффициент теплового расширения). Толщина покрытий в зависимости от сферы применения составляет от 2-5 мкм до 1 мм. Они могут наноситься на большинство технически интересных материалов с использованием аддитивной технологии (газодинамическое нанесение

подслоя из алюминия и его сплавов и последующая ионно-плазменная обработка (ИПО) в соответствующей среде). Варьирование режимами ИПО (схема загрузки изделий в камеру, содержание в смеси активных газов, их давление, плотность тока и напряжение) позволяет формировать покрытия с различным строением и фазовым составом. Показано, что когда подслоем из Al предварительно сформирован, не надо использовать вакуумные камеры с магнетронными и электродуговыми распылителями. Отсутствие распыляемых мишеней упрощает технологию, ускоряет процесс, стабилизирует свойства покрытия по его сечению. Можно сразу формировать многокомпонентные керамические слои покрытия, расширяя спектр их характеристик. Доказано, что управление технологическими параметрами позволяет формировать структуры с большим содержанием рентгеноаморфной фазы и наноразмерными компонентами, сообщая покрытию улучшенные характеристики износостойкости. Установлена возможность изменения состава каждого осаждаемого многокомпонентного слоя и изменения структуры чередующихся слоев с высокой степенью точности. Выполнение ионно-плазменной обработки в газовой среде позволяет использовать низкую мощность разряда и избежать нагрева подложки, что формирует покрытие с повышенной трещиностойкостью и дает возможность обрабатывать изделия с низкой температурой отпуска.

УДК 669.788–699.234.002.5

Водородная обработка материалов: история развития и перспективы

Гольцова М.В.

Белорусский национальный технический университет

Все виды энергетики, от атомной до водородной, в той или иной мере связаны с использованием систем металл-водород. Таким образом, исследование закономерностей взаимодействия водорода с металлами и металлическими материалами и развитие водородного материаловедения особенно актуально для Республики Беларусь в свете строительства Белорусской АЭС, а также, учитывая мировую тенденцию к широкому использованию водородной энергетики.

Водородное материаловедение состоит из двух обширных областей: водородной дегградации материалов и водородной обработки материалов. Эти области имеют противоположные цели и задачи. В первой (водородная дегградация материалов) исследуются закономерности ухудшения структуры и свойств металлов и сплавов в результате их взаимодействия с водородом.